



⑨ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 33 498 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
H 04 L 12/56
G 06 F 13/42

②① Aktenzeichen: 196 33 498.5
②② Anmeldetag: 20. 8. 96
④③ Offenlegungstag: 2. 4. 98

DE 196 33 498 A 1

⑦① Anmelder:
EURESCOM-European Institute for Research and
Strategic Studies in Telecommunications-GmbH,
69118 Heidelberg, DE

⑦④ Vertreter:
Ullrich & Naumann, 69115 Heidelberg

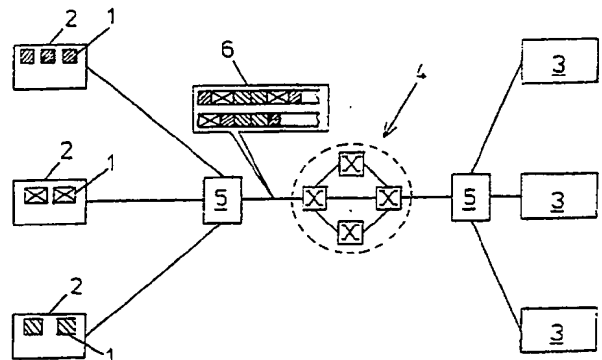
⑦② Erfinder:
Groen, Henk, 69181 Leimen, DE; Vlieg, Klaas-Pieter,
69120 Heidelberg, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:
EP 02 31 967 A1
Pat. abstr. of JP, 13.3.1995, 07087086A JP7-087086A;
Datenbank: WPI auf EPOQUE, benutzt am 22.7.97,
AN 95-165808(22), AB J07087086;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Vorrichtung zur Übertragung von Datenpaketen

⑤⑦ Eine Vorrichtung zur Übertragung von Datenpaketen (1) zwischen einem Sender (2) und einem Empfänger (3) mit einem Paketnetz, wobei das Paketnetz ein leitungsvermittelltes Kernnetz (4) und miteinander verbundene Paketvermittlungsknoten (5) zur Analyse der Protokolldaten des Vermittlungsschichtprotokolls aufweist, ist zur Verbesserung der Übertragungsqualität unter Verwendung bereits existierender Kommunikationsnetze mit einfachen Mitteln derart ausgestaltet und weitergebildet, daß zumindest ein Paketvermittlungsknoten (5) eine Leseinheit zum Auslesen eines Parameterwerts bzgl. der Servicequalität aus den Paketen (1) aufweist und daß in Abhängigkeit von dem Parameterwert eine Zuordnung der Pakete (1) zu ggf. mehreren Kanälen des Kernnetzes (4) erfolgt.



BEST AVAILABLE COPY

DE 196 33 498 A 1

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Übertragung von Datenpaketen zwischen einem Sender und einem Empfänger mit einem Paketnetz, wobei das Paketnetz ein leitungsvermitteltes Kernnetz und miteinander verbundene Paketvermittlungsknoten zur Analyse der Protokolldaten des Vermittlungsschichtprotokolls aufweist.

Vorrichtungen zur Übertragung von Datenpaketen der in Rede stehenden Art sind aus der Praxis bekannt und finden sowohl im gewerblichen als auch im privaten Bereich, bspw. in Form der weltweiten Vernetzung mittels des Internet, ein immer größer werdendes Interesse. Übliche und aktuelle Paketnetze sind dabei durch Vermittlungsschichtprotokolle (Network Layer Protocol — NLP) charakterisiert. Beispiele für derartige Protokolle sind das Internet-Protokoll IP und X.25-Protokoll. Diese Protokolle definieren die Übertragungsregeln zwischen Einheiten mit einer eindeutigen, meist als Adresse bezeichneten Identifikation. Die Aufgabe dieser Adressen besteht darin, Quelle und Bestimmungsort bzw. Sender und Empfänger der zu transportierenden Pakete zu identifizieren. Das Netzprotokoll definiert darüber hinaus auch das Format der Pakete, die Wiederherstellung des Paketstromes beim Empfänger und dgl. . Des weiteren trägt das Netzprotokoll normalerweise Informationen über die angeforderte Servicestufe, z. B. die Paketpriorität oder die für die Übertragung erforderliche Bandbreite.

Diese Informationen werden bei heutigen Systemen als Serviceinformation oder Servicequalität bezeichnet. Die entsprechenden Zahlenwerte werden in bit/f oder bytes/fec als angeforderte Netzleistungswerte (Requested Network Performance values — RNP) ausgedrückt.

Sämtliche Protokolldaten sind den Paketen zugeordnet und werden in sogenannten Paketvermittlungsknoten oder Leitwegprogrammen analysiert. Der Einfachheit halber wird im folgenden nur noch der Begriff Paketvermittlungsknoten verwendet. Zur Bildung eines weitläufigen Paketnetzes müssen diese Paketvermittlungsknoten miteinander verbunden sein. Diese Verbindung ist meist durch eine Leitung mit einer vorgegebenen Kapazität erreicht. Dabei besteht ein herkömmliches leitungsvermitteltes Kernnetz üblicherweise aus mehreren einzelnen Kanälen mit einer vorgegebenen Kapazität. Bei einer Übertragung herkömmlicher Art wird dann jeder Anwendung ein Kanal und damit eine vorgegebene Kapazität hinsichtlich der Übertragungsrate zugeordnet.

Der angeforderte Netzleistungswert, der sogenannte RNP-Wert, welcher die für die Übertragung der Information erforderliche Übertragungsrate aufweist, wird in den meisten gängigen Systemen nicht verwendet. Insbesondere in Verbindung mit einem 64-kbit-Kernnetz findet eine Zuordnung der RNP-Werte zu den Paketen erst gar nicht statt.

Bei den bekannten Vorrichtungen zur Übertragung von Datenpaketen der in Rede stehenden Art ist problematisch, daß ungeachtet der Anwendung oder des Wunschs des Benutzers bei der Übertragung von Informationen nur eine begrenzte Bandbreite zur Verfügung steht, nämlich die Bandbreite des jeweils zugeordneten Kanals im Kernnetz. Bei vielen Anwendungen, bspw. Bild- und Tonübertragungen, ist die zur Verfügung gestellte Bandbreite für eine einwandfreie Übertragungsqualität nicht ausreichend. Die Folge dieser Beschrän-

kung sind Bildverzerrungen, stockende Tonübertragungen und ein Auseinanderdriften zwischen der Bild- und Toninformation bei einer kombinierten Bild- und Tonübertragung. Des weiteren können stockende Bildübertragungssequenzen auftreten.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Übertragung von Datenpaketen der in Rede stehenden Art anzugeben, bei der die Übertragungsqualität unter Verwendung bereits existierender Kommunikationsnetze mit einfachen Mitteln verbessert ist.

Erfindungsgemäß wird die voranstehende Aufgabe durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Danach ist die in Rede stehende Vorrichtung derart weitergebildet, daß zumindest ein Paketvermittlungsknoten eine Leseinheit zum Auslesen eines Parameterwerts bzgl. der Servicequalität aus den Paketen aufweist und daß in Abhängigkeit von dem Parameterwert eine Zuordnung der Pakete zu ggf. mehreren Kanälen des Kernnetzes erfolgt.

In erfindungsgemäßer Weise ist zunächst erkannt worden, daß der limitierende Bereich für eine verbesserte Übertragungsqualität die momentan verwendeten Kernnetze sind und daß eine verbesserte Nutzung dieser Netze zur Lösung der obigen Aufgabe beiträgt. Weiter erfindungsgemäß ist dann erkannt worden, daß im Hinblick auf eine einfache Steuerung der Übertragung der Datenpakete eine Zuordnung eines Parameterwerts bzgl. der Servicequalität zu den Datenpaketen günstig ist. Hierbei kann zumindest ein Paketvermittlungsknoten eine Leseinheit zum Auslesen des Parameterwerts aufweisen. Schließlich ist dann in weiter erfindungsgemäßer Weise eine Zuordnung der Pakete zu ggf. mehreren Kanälen des Kernnetzes in Abhängigkeit von dem Parameterwert möglich.

Mit anderen Worten ist je nach Parameterwert bzgl. der Servicequalität eine individuelle bzw. mit den Erfordernissen der Anwendung korrespondierende Zuordnung der Bandbreite ggf. in Form von mehreren Kanälen des Kernnetzes ermöglicht. Durch die erfindungsgemäße Zuordnung einer einzelnen Anwendung oder eines einzelnen Benutzers zu ggf. mehreren Kanälen des Kernnetzes ist gewährleistet, daß stets die für eine einwandfreie Übertragung erforderliche Kanalkapazität des Kernnetzes zur Verfügung steht.

Folglich ist mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung eine Vorrichtung angegeben, bei der die Übertragungsqualität unter Verwendung bereits existierender Kommunikationsnetze mit einfachen Mitteln verbessert ist.

Im Hinblick auf eine besonders einfache Adaption an bereits vorhandene Kommunikationsnetze könnte die Zuordnung im Paketvermittlungsknoten stattfinden. Somit könnte sowohl das Auslesen des Parameterwerts bzgl. der Servicequalität als auch die Zuordnung der Pakete zu ggf. mehreren Kanälen des Kernnetzes innerhalb einer Funktionseinheit stattfinden. Die durch den Paketvermittlungsknoten zugeordnete Bandbreite könnte damit von Paketvermittlungsknoten zu Paketvermittlungsknoten garantiert sein. Bezeichnet der Parameter bzgl. der Servicequalität in besonders einfacher Weise die gewünschte Übertragungsrate der in den Paketen enthaltenen Informationen, könnte von einer garantierten Bit-Übertragungsrate zwischen dem dem Sender zugeordneten Paketvermittlungsknoten und dem dem Empfänger zugeordneten Paketvermittlungsknoten gesprochen werden. Letztendlich ist eine hinsichtlich der Bandbreite garantierte Verbindung von Paketvermittlungsknoten derart hergestellt, daß sich die

angeforderte Netzleistung einstellt.

Im Hinblick auf eine individuell anpaßbare Ausgestaltung des Kernnetzes könnten die Kanäle unterschiedliche Kapazitäten hinsichtlich der Übertragungsrate aufweisen. Dabei wäre eine Art Vorauswahl hinsichtlich der durch das Datenpaket angeforderten Übertragungsrate und eine Zuordnung zu entsprechend leistungsfähigen Kanälen denkbar. Hinsichtlich einer derartigen individuellen Zuordnung ist wesentlich, daß die Kapazitätswerte der Kanäle im Paketvermittlungsknoten vorliegen bzw. diesem bekannt sind.

In üblicher Weise ist die Übertragungsrate in bit/s oder bytes/s angegeben, wobei diese die Servicequalität bestimmende Größe ggf. als RNP-Wert den einzelnen Datenpaketen zugeordnet werden kann.

Hinsichtlich einer besonders universellen Einsetzbarkeit der Vorrichtung könnte die Übertragungsrate vom Benutzer direkt wählbar bzw. auf die Pakete schreibbar sein. Dem Benutzer stünde dabei die Möglichkeit offen, je nach Dringlichkeit oder Qualitätsanforderung der Daten, eine besonders hohe oder auch niedrige Übertragungsrate bzw. Bandbreite zu wählen.

Zusätzlich oder alternativ zu einer derartigen Auswahl durch den Benutzer könnte die Übertragungsrate entsprechend der durchgeführten Anwendung automatisch auf die Pakete geschrieben werden. In einem solchen Fall könnte bspw. bei einer Bildübertragung automatisch eine hohe Übertragungsrate gewählt und auf die Pakete geschrieben werden.

Die Beschriftung der Pakete durch den Benutzer oder durch die Anwendung könnte dabei in besonders einfacher Weise über einen Personal Computer oder eine sonstige dem Benutzer bzw. dem Sender oder Empfänger zugeordnete Rechenanlage erfolgen.

Eine derartige Beschriftungsmöglichkeit durch den Benutzer oder durch die Anwendung ist sowohl bei der Übertragung von Datenpaketen von einem Sender zu einem Empfänger als auch bei einer Abfrage von Daten bspw. aus einer Datenbank denkbar. Im letzten Fall wäre eine Verbindung zwischen Sender, einer Datenbank und wieder dem Sender hergestellt.

Bei einer alternativen Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung könnte die Übertragungsrate im Paketvermittlungsknoten auf die Pakete geschrieben werden. Eine derartige Paketbeschriftung könnte bspw. erfolgen, wenn der Benutzer lediglich eine abstrakte, mit einer bestimmten Übertragungsrate korrespondierende Servicestufe auswählte. Eine weitere Anwendung könnte darin bestehen, daß ein kommerzieller Anbieter bestimmte Servicestufen zur Verfügung stellt, welche dann nach Auswahl durch den Benutzer im Paketvermittlungsknoten in Form von RNP-Werten oder Übertragungsraten auf ein Paket geschrieben werden könnten. Eine derartige Beschriftung könnte jedoch auch von der durchgeführten Anwendung bewirkt werden. Die in Rede stehende angeforderte Servicestufe könnte mit SLR (requested service level) bezeichnet werden.

Im Hinblick auf einen möglichst reibungslosen Zuordnungsvorgang könnte die Beschriftung im Paketvermittlungsknoten vor dem Durchlaufen der Leseinheit erfolgen. Damit wäre eine Verarbeitung der Datenpakete gewährleistet, die der Verarbeitung bei einer Beschriftung der Pakete außerhalb der Paketvermittlungsknoten durch bspw. den Benutzer oder die Anwendung entspricht.

Zusammenfassend sei betont, daß die Beschriftung der Pakete mit der gewünschten Übertragungsrate im Paketvermittlungsknoten in Abhängigkeit von ausge-

wählten Servicelevels bzw. Servicestufen eines Anbieters, eines Benutzers oder einer Anwendung erfolgen kann.

Im Rahmen einer weiter vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung könnte die Übertragungsrate zumindest eines Pakets im Paketvermittlungsknoten verändert werden. Diese Fähigkeit des Paketvermittlungsknotens, die RNP-Werte bzw. die Übertragungsrate aller oder einiger der Pakete zu verändern oder an aktuelle Bedingungen anzupassen, bietet die Möglichkeit, ggf. Übertragungskapazität für neu ankommende Pakete zu schaffen.

Die durch den Paketvermittlungsknoten durchgeführte Veränderung könnte durch einen maximalen Wert der Übertragungsrate nach oben begrenzt sein. In diesem Fall könnte bspw. ein Benutzer oder eine Anwendung eine dem maximalen Wunsch oder der maximalen Anforderung entsprechende Übertragungsrate wählen. Falls die Zuteilung dieser maximalen Übertragungsrate aufgrund einer großen Anzahl an Paketen von ggf. unterschiedlichen Sendern nicht möglich ist, könnte der Paketvermittlungsknoten dann eine automatische Reduktion des RNP-Werts bzw. der Übertragungsrate veranlassen, so daß sämtliche am Paketvermittlungsknoten ankommende Pakete verarbeitet werden könnten.

Die oben beschriebene Veränderung könnte alternativ zur Angabe eines maximalen Werts der Übertragungsrate auch durch Angabe eines Wertintervalls der Übertragungsrate gesteuert werden. Eine Veränderung würde dann lediglich innerhalb dieses angegebenen Wertintervalls der Übertragungsrate erfolgen.

Wesentlich ist in diesem Zusammenhang, daß der maximale Wert bzw. das Wertintervall vom Benutzer direkt oder automatisch durch die Anwendung wählbar ist.

Hinsichtlich einer schnellen Anpassung der Übertragungsrate an die aktuelle Netzbelastung könnte die Übertragungsrate nach Information über die momentan verfügbare Kapazität des Netzes auch beim Sender oder beim Empfänger verändert werden. Eine derartige Kapazitätsinformation könnte in einfacher Weise direkt durch den Paketvermittlungsknoten erfolgen. Denkbar wäre dabei eine Anzeige der verfügbaren Kapazität direkt an der Sendeeinheit bzw. an dem Rechner des Senders. Andererseits könnte die Anzeige auch beim Empfänger erfolgen und eine Steuerung der Übertragungsrate durch den Empfänger veranlassen. Eine derartige Veränderung könnte vom Sender bzw. Empfänger direkt oder automatisch durch die Anwendung durchgeführt werden.

Bei jeglicher Veränderung, sei es durch den Paketvermittlungsknoten oder sei es durch den Benutzer bzw. Sender oder Empfänger, ist wesentlich, daß eine Veränderung der Übertragungsrate vor und/oder während der Übertragung erfolgen könnte.

Im Hinblick auf die Vermeidung einer Überlastung des Kernnetzes könnte der Paketvermittlungsknoten ein die Gesamtkapazität des Kernnetzes bzgl. der Übertragungsrate übersteigendes Paket zurückweisen. Dabei wäre die Absendung einer Fehlermeldung zum Sender durch den Paketvermittlungsknoten denkbar. Daraufhin könnte dann eine Reduktion der gewünschten Übertragungsrate bzw. des gewünschten RNP-Werts aktiv durch den Sender oder automatisch durch die Anwendung erfolgen.

Im Hinblick auf eine reibungslose Zuordnung der Pakete zu den einzelnen Kanälen könnte die Zuordnung

über einen im Paketvermittlungsknoten integrierten Paket-Scheduler und Paket-Verteiler (Packet Scheduler and Packet Distributor) PSPD erfolgen. Ankommende Pakete bilden am PSPD eine Eingangsschlange. Die Aufgabe des PSPD ist insbesondere die zeitgenaue Verteilung der Pakete auf einen oder mehrere leitungsvermittelten Kanäle. Diese Verteilung bzw. Zuordnung erfolgt auf der Grundlage der RNP-Werte bzw. der gewünschten Übertragungsrate und der Adressinformationen der Pakete.

Hinsichtlich der exakten Zuordnung der Pakete zu den Kanälen berechnet der PSPD die bis zur Übertragung eines Pakets zur Verfügung stehende Zeit T. Die Zeit T berechnet sich dabei wie folgt:

$$T = L/R - L/C$$

In obiger Formel bezeichnet L die Paketlänge in bit, R den RNP-Wert bzw. die Übertragungsrate in bit/s und C die Bitrate bzw. die Kapazität eines leitungsvermittelten Kanals in bit/s. Nach Ablauf der Zeit T muß das Paket den dem Sender zugeordneten Paketvermittlungsknoten verlassen, um die angeforderte Übertragungsrate zu gewährleisten. Die Werte L und R sind aus den Kopfdaten des Pakets entnehmbar. C ist konstant und beträgt bspw. 64 kbit/s. Dabei ist zu beachten, daß ein Teil der Kapazität des Kanals für die Rahmung der Pakete reserviert ist. Folglich stehen in der Praxis weniger als 64 kbit/s zur Verfügung. Es sei betont, daß es nicht erforderlich ist, daß die Kapazität sämtlicher Kanäle gleich ist. Die einzige Voraussetzung ist, daß dem sendenden Paketvermittlungsknoten die Kapazität jedes eingerichteten Kanals bekannt ist.

Der Wert T definiert insgesamt die Priorität eines jeden Paketes. Dazu wird die Zeit T permanent berechnet. Je geringer der Wert T ist, desto höher ist die Priorität. Pakete mit derselben Priorität werden ohne Präferenz zugeordnet. Sobald ein Paket an dem Paketvermittlungsknoten angekommen ist, wird der Wert T berechnet. Falls ein Paket nicht sofort übertragen werden kann, weil ein anderes Paket übertragen wird oder die Priorität nicht hoch genug ist, muß es warten. Die Prioritätsinformation sämtlicher auf die Übertragung wartender Pakete wird fortlaufend durch Verminderung des anfänglich berechneten Wertes T um die Wartezeit aktualisiert. Die Entscheidung des Paketvermittlungsknotens, welches Paket als nächstes übertragen wird, basiert auf dieser aktualisierten Information.

Bei der Übertragung gewisser Informationen, insbesondere bei Real-time-Anwendungen, kann es erforderlich sein, daß Informationen, denen aufgrund einer niedrigen gewünschten Übertragungsrate ein relativ langes T zugeordnet ist, dennoch nach einer kürzeren Zeit als T zu übertragen sind, um eine ausreichende Übertragungsqualität zu erreichen. Mit anderen Worten ist es erforderlich, einen kürzeren zeitlichen Abstand zwischen dem Abschicken einzelner Pakete einer Information zu erhalten. Ein ursprünglich berechneter Wert T muß daher bei der Übertragung reduziert werden.

Hierzu könnten bei der Zuordnung der Pakete zu den Kanälen Gruppen von Kanälen gebildet werden. Das Kriterium für die Gruppenbildung könnte dabei die Länge der Pakete sein. Folglich würden Pakete ab einer gewissen Länge grundsätzlich nur zu einer Gruppe von Kanälen zugeordnet und Pakete unterhalb einer gewissen Länge zu einer anderen Gruppe von Kanälen. Damit wäre erreicht, daß Pakete, die eigentlich aufgrund ihres hohen T-Werts wesentlich längeren Paketen mit

niedrigerem T-Wert bzw. höherer Priorität den Vortritt bei der Übertragung gewähren müßten, dennoch in einem kürzeren zeitlichen Abstand übertragen werden könnten.

5 Innerhalb der gebildeten Gruppen wird dann derselbe Zuordnungsmechanismus angewendet, der auch angewendet würde, wenn keine Gruppierung der Kanäle erfolgt wäre.

Insgesamt wird die maximale Verzögerung eines Pakets, die auf der Verarbeitung von Paketen von verschiedenen Sendern auf derselben Gesamtverbindung zwischen Sender und Empfänger und damit auf der Länge des längsten, über die Gesamtverbindung gesendeten Pakets beruht, durch die Gruppierung der Kanäle 15 im Kernnetz reduziert. Verzögerungsempfindliche Pakete werden daher mit einer geringeren Verzögerung übertragen.

In einer weiter vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung könnte der Benutzer während und/oder nach der Übertragung über die durch die Übertragung entstehenden bzw. entstandenen Kosten informiert werden. Die Kosten wären dann von der zugewiesenen Bandbreite abhängig. Dem Benutzer wird dadurch ggf. während der Übertragung die Wahl überlassen, eine schnellere Übertragung mit größerer Bandbreite zu wählen, die jedoch höhere Kosten verursacht, oder eine kostengünstigere Übertragung mit geringerer Bandbreite auszuwählen.

In besonders einfacher Weise könnte die Information über die Kosten aus einem Paketvermittlungsknoten auslesbar sein. Eine bequeme Anzeige der Information über die Kosten könnte über einen Personal Computer oder eine sonstige dem Benutzer zugeordnete Rechenanlage erfolgen. In diesem Zusammenhang könnte der oben erwähnte Benutzer sowohl ein Sender als auch ein Empfänger sein.

Für die erfindungsgemäße Zuordnung der zu übertragenden Information zu ggf. mehreren Kanälen ist erforderlich, daß bei dem Kernnetz die Möglichkeit vorgesehen ist, zwischen den Vermittlungsknoten eine variable Anzahl von leitungsvermittelten Kanälen zuzuordnen. Ein Kernnetz, das diese Anforderung erfüllt, ist bspw. das vom Signalling System Nummer 7 gesteuerte öffentliche digitale Netz. Die Kanäle des Kernnetzes 45 könnten dabei eine Übertragungskapazität von 64 kbit/s aufweisen.

Im Hinblick auf den Einsatz der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist jedoch auch jedes andere Kernnetz denkbar, das die Möglichkeit der Zuordnung zu leitungsvermittelten Kanälen aufweist.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann sichergestellt werden, daß die Pakete tatsächlich mit der angeforderten Bandbreite übertragen werden.

Die Erfindung erlaubt die Verwendung eines leitungsvermittelten Netzes für alle möglichen Anwendungsarten. Dabei ist es unerheblich, ob eine konstante Bitrate oder eine sofortige Zustellung der Pakete erforderlich ist oder nicht. Die Bandbreite kann in kleineren oder größeren Einheiten, z. B. 1, 8 oder 64 kbit/s angefordert und garantiert werden.

Eine Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist insbesondere im weltweiten Internet denkbar. Die Verwendung könnte im konkreten in Verbindung mit einem Internet-Phone über einen Personal Computer bzw. eine Soundcard erfolgen.

Es gibt nun verschiedene Möglichkeiten, die Lehre der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise auszugestalten und weiterzubilden. Dazu ist einerseits auf

die dem Patentanspruch 1 nachgeordneten Ansprüche, andererseits auf die nachfolgende Erläuterung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnung zu verweisen. In Verbindung mit der Erläuterung des bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung anhand der Zeichnung werden auch im allgemeinen bevorzugte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Lehre erläutert. In der Zeichnung zeigt die einzige Figur in einer schematischen Anordnung das Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Übertragung von Datenpaketen zwischen einem Sender und einem Empfänger mit einem Paketnetz.

Die einzige Figur zeigt in einer schematischen Darstellung ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Übertragung von Datenpaketen 1 zwischen einem Sender 2 und einem Empfänger 3 mit einem Paketnetz. Das Paketnetz weist ein leitungsvermittelter Kernnetz 4 und miteinander verbundene Paketvermittlungsknoten 5 zur Analyse der Protokolldaten des Vermittlungsschichtprotokolls auf.

Zur Verbesserung der Übertragungsqualität unter Verwendung bereits existierender Kommunikationsnetze weist zumindest ein Paketvermittlungsknoten 5, vorzugsweise der dem Sender 1 zugeordnete Paketvermittlungsknoten 5, eine Leseinheit zum Auslesen eines Parameterwerts bzgl. der Servicequalität aus den Paketen 1 auf. In Abhängigkeit von dem Parameterwert erfolgt dann eine Zuordnung der Pakete 1 zu ggf. mehreren Kanälen des Kernnetzes 4.

In der Figur sind drei Sender 2 dargestellt, die ihre Datenpakete 1 mit ggf. unterschiedlicher gewünschter Übertragungsrate zu einem Paketvermittlungsknoten 5 übertragen. In dem Paketvermittlungsknoten 5 findet dann die Zuordnung der Datenpakete 1 gemäß gewünschter Übertragungsrate bzw. Bandbreite zu ggf. mehreren Kanälen des Kernnetzes 4 statt. Durch diese Zuordnung ist eine gewünschte Bandbreite zwischen dem dem Sender 2 zugeordneten Paketvermittlungsknoten 5 und dem dem Empfänger 3 zugeordneten Paketvermittlungsknoten 5 gewährleistet.

Als Empfänger 3 sind in der Figur drei unterschiedliche Empfänger 3 dargestellt. In den dargestellten Sendern 2 sind des weiteren die jeweils zu übertragenden Datenpakete 1 skizziert. Desgleichen ist zwischen dem Paketvermittlungsknoten 5 und dem Kernnetz 4 die Abfolge 6 der bereits zugeordneten Datenpakete 1 dargestellt. Dabei sind zwei Kanäle des Kernnetzes 4 belegt worden.

Die Paketlänge von Paketen 1 von unterschiedlichen Sendern 2 kann dabei unterschiedliche Werte annehmen. Nach Zuordnung der einzelnen Pakete 1 zu ggf. mehreren Kanälen des Kernnetzes 4 ist die gewünschte Bandbreite garantiert.

Mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung läßt sich eine garantierte, auf Abruf verfügbare Bandbreite für Paketnetze mit leitungsvermittelter Kernnetz 4 gewährleisten.

Aktuelle Paketnetze sind durch Vermittlungsschichtprotokolle, sogenannte NLPs (Network Layer Protocol) charakterisiert. Beispiele hierfür sind das Internetprotokoll IP sowie das X.25-Protokoll. Diese Protokolle definieren die Übertragungsregeln zwischen Einheiten mit einer eindeutigen, meist als Adresse bezeichneten Identifikation. Zweck dieser Adressen ist es, Sender 2 und Empfänger 3 bzw. Quelle und Bestimmungsort der transportierten Pakete 1 zu identifizieren. Das Netzprotokoll definiert darüber hinaus auch das Format der Pakete 1, die Wiederherstellung des Paketstromes beim

Empfänger 3 usw.

Die im Protokoll enthaltenen Informationen werden in sogenannten Paketvermittlungsknoten 5 oder Leitwegprogrammen analysiert. Zur Bildung eines breitgefächerten Paketnetzes müssen diese Paketvermittlungsknoten 5 miteinander verbunden werden. Diese Verbindung wird meist durch eine Leitung mit einer fest vorgegebenen Kapazität erreicht.

Die Erfindung betrifft die Art und Weise der Verbindung von Paketvermittlungsknoten 5. Die Erfindung weist dabei die folgenden Charakteristiken auf:

1. Wenn Paketvermittlungsknoten 5 über Leitungen mit einer festgelegten Kapazität verbunden werden, ist die mögliche Spitzenbelastung durch diese Leitungskapazität genau begrenzt. Die hier beschriebene Erfindung ermöglicht die Zuordnung einer flexiblen Bandbreite zwischen Paketvermittlungsknoten 5 in Abhängigkeit von der momentanen Belastung des Paketvermittlungsknotens 5.
2. Die Erfindung stellt dem Endbenutzer auf Abruf eine Bandbreite für seine Anwendung zur Verfügung, die auf einer von Endpunkt zu Endpunkt garantierten Bitübertragungsrate beruht. Bevor und während der Übertragung können die notwendigen Bandbreitenbedingungen entweder auf Anforderung des Benutzers oder der Anwendung eingestellt werden. Nach erfolgter Erteilung wird diese Bandbreite garantiert. Die Bandbreite kann in kleineren oder größeren Einheiten, z. B. 1, 8 oder 64 kbit/s angefordert und garantiert werden.
3. Die Erfindung erlaubt eine einfache, auf die dem Benutzer zugewiesene Bandbreite bezogene Kostenzuteilung. Der Benutzer kann über die während der Übertragung entstehenden Kosten informiert werden.
4. Die Erfindung erlaubt die Verwendung eines leitungsvermittelten Netzes 4 für alle möglichen Anwendungsarten; dabei ist es unerheblich, ob eine konstante Bitrate oder eine sofortige Zustellung der Pakete 1 erforderlich ist oder nicht.

Das NLP trägt normalerweise Informationen über die angeforderte Servicestufe, z. B. die Paketpriorität oder die erforderliche Bandbreite.

Bei heutigen Systemen wird diese Information als Serviceinformation oder Servicequalität bezeichnet. Diese Werte müssen in bit/s oder bytes/sec als Dimension auf angeforderten Netzleistungswerten (Requested Network Performance values — RNP) abgebildet werden.

Diese RNP-Information wird in den meisten gängigen Systemen nicht verwendet. Ein Grund dafür ist die Tatsache, daß das darunterliegende Netz 4 lediglich eine Netzleistungsstufe anbietet.

Die Erfindung besteht darin, diese RNP-Information so zur Zuordnung der Pakete 1 zu einer variablen Anzahl von leitungsvermittelten Kanälen zu nutzen, daß sich die angeforderte Netzleistung einstellt. Eine Voraussetzung ist, daß Paketvermittlungsknoten 5 mit dieser Fähigkeit über ein leitungsvermittelter Kernnetz 4 miteinander verbunden werden, wobei das Netz 4 die Möglichkeit bieten muß, daß eine variable Anzahl von leitungsvermittelten Kanälen zwischen Paketvermittlungsknoten 5 zuordenbar ist. Ein Netz 4, das diesen Anforderungen genügt, ist bspw. das aktuelle, von Signalling System Nummer 7 kontrollierte öffentliche digitale Netz.

Der Paketvermittlungsknoten 5 erhält von vielen unterschiedlichen Quellen bzw. Sendern 2 Pakete 1. Die Adresseninformation eines jeden Paketes 1 dient zur Erstellung einer leitungsvermittelten Verbindung zum dem Empfänger 3 zugeordneten Paketvermittlungsknoten 5 für die empfangenen Pakete 1.

Jedes Paket 1 trägt Informationen über die angeforderte Netzleistung (RNP). Diese RNP-Information kann als erforderliche Bandbreite ausgedrückt werden, z. B. 1 bit/s, 100 bit/s usw. Wenn eine ungefähre Angabe über die angeforderte Netzleistung vorliegt, kann diese ungefähre Angabe auf einen RNP-Wert abgebildet werden.

Die Pakete 1 bilden eine Eingangsschlange am sogenannten Paket-Scheduler und Paket-Verteiler (Packet Scheduler and Packet Distributor — PSPD). Die Aufgabe des PSPD ist die zeitgenaue Verteilung der Pakete 1 auf einen oder mehrere leitungsvermittelten Kanäle und zwar auf der Grundlage der RNP- und der Adressinformationen der Pakete 1.

Die Bitrate eines leitungsvermittelten Kanals beträgt C bit/s, die Paketlänge L bit und der RNP-Wert R bit/s.

Zum Verständnis des Zuteilungsvorgangs im Paketvermittlungsknoten 5 werden im folgenden drei bei der Zuteilung auftretende Fälle beschrieben.

Fall 1

Die Summe der angeforderten RNPs aller Pakete 1 auf demselben Paketvermittlungsknoten 5 ist kleiner als C oder gleich C:

Es muß lediglich ein leitungsvermittelter Kanal eingerichtet werden. Der Paketvermittlungsknoten 5 entscheidet aufgrund der Berechnung der Summe der RNPs der Pakete 1.

Wenn die Summe der RNPs gleich Null ist, wird die Verbindung des eingerichteten leitungsvermittelten Kanals unterbrochen.

Die bis zur Übertragung eines Pakets 1 zur Verfügung stehende Zeit ist:

$$T = L/R - L/C$$

Nach Ablauf einer Zeit T muß das Paket 1 den dem Sender 2 zugeordneten Paketvermittlungsknoten 5 verlassen, um zu gewährleisten, daß die angeforderte Bitrate ausgeführt wird.

Der Scheduler berechnet die maximale Verzögerungszeit T für jedes Paket 1. L und R werden aus den Kopfdaten eines jeden Paketes 1 abgeleitet und C ist eine bekannte Konstante, z. B. 64 kbit/s. Ein Teil der Kapazität C muß für die Rahmung der Pakete 1 reserviert werden; in der Praxis stehen daher weniger als 64 kbit/s zur Verfügung. Darüber hinaus ist es nicht erforderlich, daß die Kapazität der Kanäle gleich ist. Die einzige Voraussetzung ist, daß dem sendenden Paketvermittlungsknoten 5 die Kapazität jedes eingerichteten Kanals bekannt ist.

Die Priorität eines jeden Paketes ist durch T definiert. Je niedriger der Wert T ist, desto höher ist die Priorität. Pakete mit derselben Priorität werden ohne Präferenz zugeordnet. Der Parameter T wird zum Ankunftszeitpunkt eines jeden Pakets 1 berechnet. Wenn ein Paket 1 nicht sofort übertragen werden kann, weil ein Paket 1 gerade übertragen wird oder die Priorität nicht hoch genug ist, muß es auf die Übertragung warten. Die Prioritätsinformation sämtlicher Pakete, die auf ihre Übertragung warten, wird kontinuierlich durch Verminde-

rung des anfänglich berechneten Wertes T um die Wartezeit aktualisiert. Die Entscheidung, welches Paket 1 als nächstes übertragen wird, basiert auf dieser aktualisierten Information.

Da im ersten Fall die Summe der RNP-Werte kleiner als C ist, wird lediglich ein Kanal benötigt, und die einzige Aufgabe des PSPD ist die Priorisierung des Pakets 1 sowie die Schaffung des Zugangs zu dem einzigen Kanal.

Berechnungsbeispiel

2 Quellen:

Quelle 1: alle Pakete L = 64.000 bit, R = 1 kbit/s, T = 64 - 1 = 63 Sekunden

Quelle 2: alle Pakete L = 64.000 bit, R = 63 kbit/s, T = 64/63 - 1 = 0,0159 Sekunden

Der PSPD ordnet Kanal C für 63 Sekunden den Paketen der Quelle 2 zu und dann dem einen Paket der Quelle 1 usw.

Fall 2

Die Summe der angeforderten RNP-Werte aller Pakete 1 auf demselben Paketvermittlungsknoten 5 ist größer als C:

In diesem Fall müssen zwischen den beiden Paketvermittlungsknoten 5 ein oder mehrere Kanäle mit der Kapazität C eingerichtet werden. Der Paketvermittlungsknoten 5 trifft eine Entscheidung aufgrund der berechneten Summe der RNP-Werte der Pakete 1.

Wenn die Summe der RNP-Werte kleiner als die eingerichtete Kapazität ist, wird die Verbindung nicht benötigter leitungsvermittelter Kanäle unterbrochen.

Das Vorgehen entspricht dem obigen Beispiel. Die Pakete 1 können jedoch ebenso über den zweiten, dritten oder einen anderen Kanal geleitet werden. Der PSPD überwacht die Kanalbelegung und ordnet in Abhängigkeit von dem Parameter T die Pakete 1 den Kanälen zu. Da der Empfänger 3 bzw. der dem Empfänger 3 zugeordnete Paketvermittlungsknoten 5 in der Lage ist, die korrekte Sequenz der Pakete 1 zu identifizieren, kann ein Vermischen der Pakete 1 nicht zu Fehlern führen.

Berechnungsbeispiel

2 Quellen:

Quelle 1: alle Pakete L = 64.000 bit, R = 128 kbit/s

Quelle 2: alle Pakete L = 64.000 bit, R = 64 kbit/s

Es werden drei Kanäle zu 64 kbit/s benötigt.

$$T(1) = 0,5 - 1 \text{ sec} = -0,5 \text{ sec}$$

$$T(2) = 1 - 1 \text{ sec} = 0 \text{ sec}$$

Der PSPD verteilt das erste Paket von Quelle 1 auf einen Kanal und gleichzeitig das erste Paket der Quelle 2 auf einen anderen Kanal; nach 0,5 sec wird das zweite Paket der Quelle 1 mit T(1) = -0,5 zur Verfügung stehen; dieses wird dann an den verbleibenden Kanal verteilt usw. .

Fall 3

Die Summe der angeforderten RNP-Werte aller Pakete 1 auf demselben Paketvermittlungsknoten 5 ist größer als die Anzahl der verfügbaren leitungsvermittelten Kanäle:

Das zu dem Überschuß führende Paket 1 wird zurückgewiesen. Eine Fehlermeldung wird zum Sender 2 gesendet.

Ein Leistungsmerkmal ist, daß der Sender 2 über die noch verfügbare Kapazität informiert wird. Der Sender 2 kann also die RNP-Werte reduzieren.

Ein weiteres Leistungsmerkmal ist die Fähigkeit des Paketvermittlungsknotens 5, die RNP-Werte aller oder einiger der Pakete 1 anzupassen. Auf diese Art und Weise kann Raum für neue Pakete 1 geschaffen werden.

Zusammengefaßt ist bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung folgendes wesentlich:

1. Die in Paketen 1 enthaltenen oder davon abgeleiteten RNP-Informationen werden zur Zuordnung der Pakete 1 zu einer variablen Anzahl von leitungsvermittelten Kanälen verwendet, so daß sich die angeforderte Netzleistung einstellt. Eine Voraussetzung hierfür ist, daß Paketvermittlungsknoten 5 mit dieser Fähigkeit untereinander über ein leitungsvermittelter Netz 4 verbunden werden. Das Netz 4 muß dabei die Möglichkeit bieten, daß zwischen den Paketvermittlungsknoten 5 eine variable Anzahl von leitungsvermittelten Kanälen zuordenbar ist. Diese Anforderung erfüllt bspw. das gegenwärtige, von Signalling System Nummer 7 kontrollierte öffentliche digitale Netz.
2. Es ist ein Mechanismus angegeben, der Pakete 1 von unterschiedlichen Sendern 2 bzw. Quellen oder Applikationen einer variablen Anzahl von leitungsvermittelten Kanälen zuordnet. Der Mechanismus stellt sicher, daß die Pakete 1 tatsächlich mit der angeforderten Bandbreite transportiert werden.
3. Es erfolgt ggf. ein Anpassen der Abbildung der angeforderten Servicestufe an die RNP-Werte. Die angeforderte Servicestufe (SLR) wird entweder vom Endbenutzer oder der Endanwendung angefordert. Diese SLR muß auf die RNP-Werte im Paketvermittlungsknoten 5 abgebildet werden. Aufgrund der variablen und ferngesteuerten Gestaltung dieser Abbildung kann die Netzleistung in optimaler Weise an die angeforderte Servicestufe angepaßt werden.
4. Bei verzögerungsempfindlichen Paketen 1 kann ein Gruppieren von leitungsvermittelten Kanälen erfolgen. Die maximale Verzögerung eines Pakets 1 aufgrund der Verarbeitung der Pakete 1 von verschiedenen Sendern 2 auf derselben Gesamtverbindung korrespondiert mit der Länge der längsten Pakete 1, die über die Gesamtverbindung zu übertragen sind. Durch die Bildung von Gruppen von Paketen 1, welche durch die Länge der Pakete 1 charakterisiert sind, wird die Verzögerung der verzögerungsempfindlichen Pakete 1 reduziert. Pakete 1, welche zu derselben Gruppe gehören, werden über dieselbe Gruppe an leitungsvermittelten Kanälen übertragen. Innerhalb der gebildeten Gruppen wird derselbe Zuordnungsmechanismus angewandt, der ohne die Bildung von Gruppen angewandt wird.

Hinsichtlich weiterer vorteilhafter Ausgestaltungen und Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Lehre wird einerseits auf den allgemeinen Teil der Beschreibung und andererseits auf die beigefügten Patentansprüche verwiesen.

Abschließend sei ganz besonders hervorgehoben, daß das zuvor rein willkürlich gewählte Ausführungsbeispiel

lediglich zur Erörterung der erfindungsgemäßen Lehre dient, diese jedoch nicht auf dieses Ausführungsbeispiel eingeschränkt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Übertragung von Datenpaketen (1) zwischen einem Sender (2) und einem Empfänger (3) mit einem Paketnetz, wobei das Paketnetz ein leitungsvermittelter Kernnetz (4) und miteinander verbundene Paketvermittlungsknoten (5) zur Analyse der Protokolldaten des Vermittlungsschichtprotokolls aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß zumindest ein Paketvermittlungsknoten (5) eine Leseinheit zum Auslesen eines Parameterwerts bzgl. der Servicequalität aus den Paketen (1) aufweist und daß in Abhängigkeit von dem Parameterwert eine Zuordnung der Pakete (1) zu ggf. mehreren Kanälen des Kernnetzes (4) erfolgt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuordnung im Paketvermittlungsknoten (5) stattfindet.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Parameter bzgl. der Servicequalität die Übertragungsrate der in den Paketen (1) enthaltenen Information bezeichnet.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanäle unterschiedliche Kapazitäten hinsichtlich der Übertragungsrate aufweisen.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kapazitätswerte der Kanäle im Paketvermittlungsknoten (5) vorliegen.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragungsrate — ggf. als RNP-Wert (Requested Network Performance value) — in bit/s oder bytes/s angegeben ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragungsrate vom Benutzer direkt wählbar bzw. auf die Pakete (1) schreibbar ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragungsrate entsprechend der durchgeführten Anwendung automatisch auf die Pakete (1) geschrieben wird.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschriftung der Pakete (1) über einen Personal Computer oder eine sonstige dem Benutzer zugeordnete Rechenanlage erfolgt.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragungsrate im Paketvermittlungsknoten (5) auf die Pakete (1) geschrieben wird.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschriftung vor Durchlaufen der Leseinheit erfolgt.
12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Beschriftung in Abhängigkeit von ausgewählten Servicelevels eines Anbieters, eines Benutzers oder einer Anwendung erfolgt.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragungsrate zumindest eines Pakets (1) im Paketvermittlungsknoten (5) verändert werden kann.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch ge-

kennzeichnet, daß die Veränderung durch einen maximalen Wert der Übertragungsrate nach oben begrenzt ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Veränderung innerhalb eines Wertintervalls der Übertragungsrate erfolgt.

16. Vorrichtung nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß der maximale Wert bzw. das Wertintervall vom Benutzer direkt oder automatisch durch die Anwendung gewählt ist.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragungsrate nach Information über die momentan verfügbare Kapazität beim Sender (2) oder Empfänger (3) verändert wird.

18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Information durch den Paketvermittlungsknoten (5) erfolgt.

19. Vorrichtung nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Veränderung vom Sender (2) bzw. Empfänger (3) direkt oder automatisch durch die Anwendung durchgeführt wird.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß eine Veränderung der Übertragungsrate vor und/oder während der Übertragung erfolgt.

21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Paketvermittlungsknoten (5) ein die Gesamtkapazität des Kernnetzes (4) bzgl. der Übertragungsrate übersteigen- des Paket (1) zurückweist.

22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß der Paketvermittlungsknoten (5) eine Fehlermeldung zum Sender (2) sendet.

23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuordnung über einen im Paketvermittlungsknoten (5) integrierten Paket-Scheduler und Paket-Verteiler (Packet Scheduler and Packet Distributor) PSPD erfolgt.

24. Vorrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß der PSPD die bis zur Übertragung eines Pakets (1) zur Verfügung stehende Zeit T berechnet.

25. Vorrichtung nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Zeit T permanent berechnet wird.

26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Zuordnung Gruppen von Kanälen gebildet werden.

27. Vorrichtung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Gruppenbildung nach der Länge der Pakete (1) erfolgt.

28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 27, dadurch gekennzeichnet, daß der Benutzer während und/oder nach der Übertragung über die durch die Übertragung entstehenden bzw. entstandenen Kosten informiert wird.

29. Vorrichtung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Information über die Kosten aus dem Paketvermittlungsknoten (5) auslesbar ist.

30. Vorrichtung nach Anspruch 28 oder 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Information über die Kosten über einen Personal Computer oder eine sonstige dem Benutzer zugeordnete Rechanlage angezeigt wird.

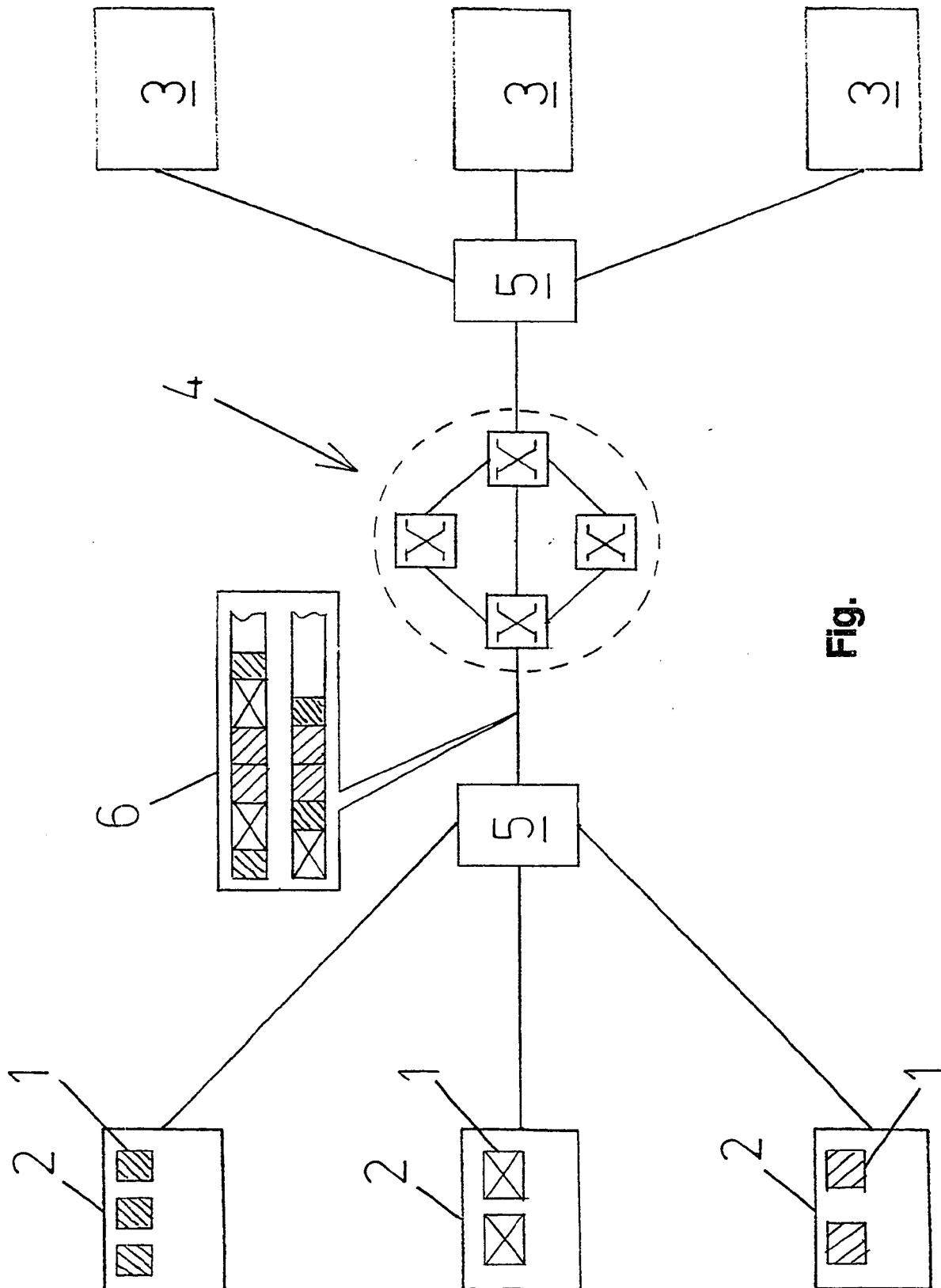
31. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß das Kernnetz (4) Kanäle mit einer Übertragungskapazität von 64 kbit/s

aufweist.

32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 31, dadurch gekennzeichnet, daß das Kernnetz (4) das vom Signalling System Nummer 7 gesteuerte öffentliche digitale Netz ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)